

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC979 U.S.P.
09/943101
08/30/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 4月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-113590

出 願 人

Applicant(s):

株式会社日立製作所
日立通信システム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 7月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063894

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT00P1145

【提出日】 平成13年 4月12日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03B 10/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 株式会社日立
製作所 通信事業部内

【氏名】 坂野 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 株式会社日立
製作所 通信事業部内

【氏名】 石井 隆二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 1 8 0 番地 日立通信シス
テム株式会社内

【氏名】 山田 義徳

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000233479

【氏名又は名称】 日立通信システム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長変換器および波長多重光通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力光信号を電氣的なデジタル信号に変換する光電気変換器と、

上記デジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生手段と、

上記クロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、

上記タイミング再生回路から出力されたデジタル信号を波長多重光伝送用の所定波長の光信号に変換する電気光変換器とを備えたことを特徴とする波長変換器

。

【請求項 2】

前記クロック発生手段が、前記デジタル信号に応じて位相制御されたクロック信号を発生する発振器と、上記発振器の出力クロックを分周する分周器と、上記分周器の分周比を所定周期毎に変更制御し、上記分周器の出力クロック周波数が上記デジタル信号の伝送形態に依存した参照クロック周波数と所定の一致を示した時、上記分周器の分周比を固定する自動クロック制御部とからなることを特徴とする請求項 1 に記載の波長変換器。

【請求項 3】

入力光信号を電氣的なデジタル信号に変換する光電気変換器と、

上記デジタル信号に応じて位相制御される位相同期発振回路と、

上記位相同期発振回路から出力されるクロック信号に基づいて上記デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、

上記タイミング再生回路から出力されたデジタル信号を所定波長の光信号に変換する電気光変換器と、

信号伝送形態に対応する参照クロックと上記クロック信号との比較結果を参照しながら、上記位相同期発振回路の出力クロック周波数を制御する自動クロック制御部とを備えたことを特徴とする波長変換器。

【請求項 4】

前記位相同期発振回路が、電圧制御発振器と、上記電圧制御発振器の出力クロックを分周して該位相同期発振回路の出力クロック信号として出力する可変分周比の第 1 分周器と、上記第 1 分周器の出力クロック信号と前記デジタル信号との比較結果に応じて上記電圧制御発信機を制御する位相周波数比較器とからなり、

前記自動クロック制御部が、上記第 1 分周器の分周比を変更制御し、前記参照クロックと上記第 1 分周器の出力クロック信号との比較結果が所定の状態となった時、上記第 1 分周器の分周比を固定することを特徴とする請求項 3 に記載の波長変換器。

【請求項 5】

信号伝送形態に対応して周波数の異なる複数の参照クロックを生成するための手段と、上記何れかの参照クロックと前記クロック信号との一致状態を検出するための検出手段とを備え、前記自動クロック制御部が、上記検出手段からの一致検出信号に応じて、前記位相同期発振回路の出力クロック周波数を固定することを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の波長変換器。

【請求項 6】

信号伝送形態に対応して用意された発振周波数の異なる複数の発振器と、前記自動クロック制御部によって選択された上記何れかの発振器の出力クロックを上記自動クロック制御部によって指定された分周比で分周する分周器と、上記分周器から出力された参照クロックと前記クロック信号との一致状態を検出する検出器とを備え、

前記自動クロック制御部が、上記検出器からの一致検出信号に応じて、前記位相同期発振回路の出力クロック周波数を固定することを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の波長変換器。

【請求項 7】

基本クロックを発生する発振器と、前記位相同期発振回路から出力されるクロック信号の周期に比例したカウント期間で上記基本クロックをカウントするカウンタと、上記カウンタによるカウント値を信号伝送形態に対応して予め記憶された参照クロック数と比較するための比較手段とを備え、

前記自動クロック制御部が、上記比較手段からの一致検出信号に応じて、前記位相同期発振回路の出力クロック周波数を固定することを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の波長変換器。

【請求項 8】

送信デジタル信号の伝送形態を自動的に識別し、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生する第 1 のクロック発生回路と、

上記第 1 のクロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記送信デジタル信号のクロックタイミングを再生する第 1 のタイミング再生回路と、

上記第 1 のタイミング再生回路から出力された送信デジタル信号を所定波長の光信号に変換し、光ネットワークノードに送出する第 1 の電気光変換器と、

光ネットワークノードから受信した所定波長の光信号を電氣的な受信デジタル信号に変換する第 1 の光電気変換器と、

上記光電気変換器から出力された受信デジタル信号の伝送形態を自動的に識別し、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生する第 2 のクロック発生回路と、

上記第 2 のクロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記受信デジタル信号のクロックタイミングを再生する第 2 のタイミング再生回路とを備えたことを特徴とする光通信装置。

【請求項 9】

クライアント装置から受信した送信光信号を前記送信デジタル信号に変換するための第 2 の光電気変換器と、前記第 2 のタイミング再生回路から出力された受信デジタル信号を光信号に変換してクライアント装置に送信する第 2 の電気光変換器とを備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の光通信装置。

【請求項 10】

送信デジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生回路と、

上記クロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記送信デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、

上記タイミング再生回路から出力された送信デジタル信号を所定波長の光信号に変換する電気光変換器と、

上記電気光変換器から出力された光信号を他の波長の光信号と波長多重化して光ネットワークに送出する波長多重化装置を備えたことを特徴とする波長多重光通信装置。

【請求項 1 1】

光ネットワークから受信した波長多重化光信号から所定波長の光信号を分離する波長分離装置と、

上記波長分離装置から受信した光信号を電氣的なデジタル信号に変換する光電気変換器と、

上記光電気変換器から出力されたデジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生回路と、

上記クロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、

上記タイミング再生回路から出力されたデジタル信号を所定波長の光信号に変換する電気光変換器とを備えたことを特徴とする波長多重光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信用の波長変換器および波長多重光通信装置に関し、更に詳しくは、クライアント装置によって種々の信号伝送形態をとり得るデジタル信号を波長多重伝送するための波長変換器（トランスポンダ）および波長多重光通信装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

インターネットの爆発的な普及に伴い、通信ネットワーク上で様々な形態のデータ通信サービスが必要となっている。通信業者には、例えば、一つの光ネットワークで、信号の伝送レート、伝送フォーマット、プロトコル等を異にした種々

の信号を多重化して伝送することを要求されている。波長多重光ネットワークで伝送されるデジタル信号の信号伝送形態としては、例えば、SDH (Synchronous Digital Hierarchy)、SONET (Synchronous Optical Network)、Fast Ethernet (100Base FX)、Giga Ethernet (1000Base SX、LX) 等がある。特に、メトロポリタン（都市型）光ネットワークでは、利用者（クライアント）の要求に応じて、波長毎の信号伝送形態を頻繁に変更できる（Service Provisioning）機能と、送信元と受信先との接続関係を自在に変更できる（Circuit Provisioning）機能が要求される。

【0003】

従来の光ネットワークにおいて、主として音声信号の伝送に用いられてきたSDHあるいはSONETは、通信管理用オーバーヘッドを含む固定フレームフォーマット、固定データレートの信号伝送方式であり、フレームフォーマットに割当てられた伝送品質管理用ビットによって、伝送品質の監視、警報監視、パス管理等が行われ、デジタル信号列中の特定信号部分を常時処理することによって、伝送品質が管理されている。また、SDHあるいはSONET方式の光ネットワークでは、各ノードにおいて、受信したデジタル信号を強度、波形、タイミングの3要素について再生する“3-regeneration repeat”処理を実行した上で中継することにより、デジタル信号レベルで高い伝送品質を保証していた。

【0004】

SDHまたはSONET、その他のデジタル信号形態をもつ種々の光信号を共通の光ネットワークで多重伝送する場合、各ノードやトランスポンダ（波長変換器）に、受信光信号をできるだけそのままの形態で伝送する透明性（Transparency）が要求される。光ネットワークの透明性が高ければ、Service Provisioning機能に優れ、低コストで汎用的なネットワークを提供できる。光ネットワークの透明性を保つためには、例えば、クライアント・デジタル信号の“0”と“1”の信号レベルを検出し、波長多重光ネットワーク上の特定波長の光信号に変換する際に、信号強度や波形を再生する2R再生や、信号強度と波形以外にデジタル信号のクロックタイミングまでも再生する3R再生に限定して、信号再生処理が行われる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

2 R再生では、信号のタイミング劣化は再生されないために、デジタル信号のトランスパランシは容易に満足できる反面、再生タイミングに保証がなく、ネットワーク上で再生中継された信号に時間的な揺らぎが生じて伝送品質が低下するという問題がある。一方、3 R再生では、受信信号のクロックタイミングを再生する位相同期発振回路：PLL（Phase Lock Loop）回路に、信号伝送形態に適合した特定の発振周波数を設定する必要がある。上記PLLへの発振周波数の設定は、従来は、クライアント装置とトランスポンダとの接続回線上の光信号レートを予め把握して外部的に行われている。

【 0 0 0 6 】

クライアント装置とノードとの間にトランスポンダを設置し、上述したCircuit ProvisioningやService Provisioningを柔軟に行うようにした光ネットワークシステムでは、トランスポンダに接続されるクライアント装置の種類が頻繁に変更される可能性があり、3 R再生のためのPLL回路の周波数設定を外部から人為的行おうとすると、ネットワークシステムの管理が煩雑になり、運用コストが増大する。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、3 R再生のためのPLL回路に対する周波数設定を自動化した波長変換器および波長多重光通信装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、送受信デジタル信号に適合したクロック周波数を自動的に検出して、検出されたクロック周波数による送受信デジタルのタイミング再生を可能とした波長変換器および波長多重光通信装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明による波長変換器は、入力光信号を電氣的なデジタル信号に変換する光電気変換器と、上記デジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生手段と、上記クロック発生手段から出力された位相同期クロックに

基づいて、上記デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、上記タイミング再生回路から出力されたデジタル信号を波長多重光伝送用の所定波長の光信号に変換する電気光変換器とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

更に詳述すると、上記クロック発生手段は、例えば、入力デジタル信号に応じて位相制御されたクロック信号を発生する発振器と、上記発振器の出力クロックを分周する分周器と、上記分周器の分周比を所定周期毎に変更制御し、上記分周器の出力クロック周波数が上記デジタル信号の伝送形態に依存した参照クロック周波数と所定の一致を示した時、上記分周器の分周比を固定する自動クロック制御部とからなる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明による波長多重光通信装置は、送信デジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生回路と、上記クロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記送信デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、上記タイミング再生回路から出力された送信デジタル信号を所定波長の光信号に変換する電気光変換器と、上記電気光変換器を他の波長の光信号と波長多重化して光ネットワークに送出する波長多重化装置を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明による波長多重光通信装置の他の特徴は、光ネットワークから受信した波長多重化光信号から所定波長の光信号を分離する波長分離装置と、上記波長分離装置から受信した光信号を電気的なデジタル信号に変換する光電気変換器と、上記光電気変換器から出力されたデジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生回路と、上記クロック発生手段から出力された位相同期クロックに基づいて、上記デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路と、上記タイミング再生回路から出力されたデジタル信号を所定波長の光信号に変換する電気光変換器とを備えたことにある。

本発明のその他の目的と特徴は、以下に説明する実施例の記載から明らかになる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明による自動クロック設定機能を備えたトランスポンダ10のブロック図を示す。

図において、IN1、OUT1はクライアント装置に接続された入／出力光ファイバ、IN2、OUT2は波長多重ノード装置に接続された入／出力光ファイバ、1は自動クロック制御部9によって制御されるクロック再生部を示す。

【0013】

2Aは、入力ファイバIN1から入力されたクライアント・デジタル光信号を電氣的なデジタル信号に変換するためのO/E（光信号／電気信号）変換部、3Aは、クロック再生部1で再生された電氣的なクライアント・デジタル信号を波長多重光ネットワークにおける所定波長、所望出力レベルの光信号に変換して出力ファイバOUT2に出力するE/O（電気信号／光信号）変換部、2Bは、入力ファイバIN2から入力される波長多重光ネットワークに接続された他の光信号源から送出された所定波長のデジタル光信号を電氣的なデジタル信号に変換するためのO/E（光信号／電気信号）変換部、3Bは、クロック再生部1で再生された電氣的な光ネットワーク・デジタル信号をクライアント装置用の所定波長、所望の光出力レベルの光信号に変換して光ファイバOUT1に出力するE/O（電気信号／信号）変換部、7-1、7-2は、互いに周波数の異なる参照用基準クロックを発生するための第1、第2の発振器を示す。

【0014】

クロック再生部1は、クライアント装置から波長多重ノード装置に向かうデジタル信号のタイミングを再生するための手段として、O/E変換部2AとE/O変換部3Aとの間に接続されたタイミング再生回路6Aと、クライアント・デジタル信号に同期した所定周波数の再生クロックを生成するPLL（位相同期発振）回路4Aとを備え、波長多重ノード装置からクライアント装置に向かうデジタル信号のタイミングを再生するための手段として、O/E変換部2BとE/O変

換部 3 B との間に接続されたタイミング再生回路 6 B と、光ネットワーク・デジタル信号に同期した所定周波数のクロックを生成する P L L 回路 4 B とを備える。

【 0 0 1 5 】

O / E 変換部 2 A から出力される電氣的デジタル信号は、P L L 回路 4 A とタイミング再生回路 6 A に供給される。O / E 変換部 2 A が所定レベル以上の光入力を検出し、自動クロック制御部 9 に正常光入力状態となったことを伝えると、自動クロック制御部 9 が、自動クロック設定制御動作を開始する。自動クロック設定制御では、P L L 回路 4 A の電圧制御発信機に接続された分周器の分周比を可変制御することにより、P L L 出力クロックの周波数を所定のインターバルで順次に切り換える。

【 0 0 1 6 】

P L L 回路 4 A の出力周波数が、所定時間内に、上記デジタル信号の伝送形態に対応した参照周波数で入力デジタル信号と位相同期した状態に引込まれない場合は、自動クロック制御部 9 は、分周器の分周比を変更し、P L L 回路 4 A が参照周波数において位相同期状態に引き込まれるのを待つ。P L L 回路 4 A の出力クロックの周波数が、所定時間内に上記参照周波数に一致した位相同期状態に引込まれると、自動クロック制御部 9 は、その時点で分周器の分周比を固定し、出力クロックの周波数を安定させる。タイミング再生回路 6 は、P L L 回路 4 A の出力クロックに基づいて、入力デジタル信号を 3 R 再生する。

上記 P L L 回路 4 A には、入力デジタル信号の伝送形態に対応した複数種類の参照クロックが、例えば、S T M (Synchronous Transport Module) 系用の第 1 の参照クロックと、E t h e r n e t 系用の第 2 の参照クロックとして供給される。

【 0 0 1 7 】

本発明において、自動クロック制御部 9 による上述した P L L の分周比の切り換え制御（自動クロック設定）は、P L L 回路 4 A の出力クロックが、上記第 1 、第 2 の何れかの参照クロックと所定の一致を示した時点で完了する。すなわち、上記参照クロックと P L L 回路 4 A の出力クロックとが同期したことが検出さ

れた時点で、PLLの分周比は固定され、タイミング再生回路6Aに対して安定した周波数の同期クロックが供給される。

【0018】

図1において、第1の発振器7-1と第2の発振器7-2は、上述した第1、第2の参照クロックを発生するためのものであり、実際の応用においては、各発振器から出力された基準クロック信号の周波数を分周器で分周することによって、PLL回路の出力クロックと比較すべき参照クロックが生成される。トランスポンダ10に収容すべきクライアント装置で使用される信号伝送形態が1種類に限定されている場合は、参照クロック発生用の発振器は1個で済む。逆に、クライアント装置に許容される信号伝送形態が3種類以上ある場合は、各信号伝送形態に対応した発振周波数をもつ3個以上の発振器が必要となる。

波長多重ノード装置からクライアント装置に向かうデジタル信号についても、上記自動クロック制御部9によって、PLL回路4Bに対して同様の制御が行われ、PLL回路4Bから入力デジタル信号の伝送形態に適合した周波数のクロックが出力され、これを利用してタイミング再生回路6Bによる3R再生が行われる。

【0019】

以上のように、本発明では、クロック再生部1に自動クロック制御部9を備え、信号伝送形態に対応した参照クロックを利用してPLLの出力周波数を制御することによって、クライアント装置側および波長多重部ノード装置側からの入力光信号を自動的にタイミング再生するようにしたことを特徴としている。自動クロック制御部9は、例えば、所定のシーケンス制御機能をもたせたFPGA(Field Programmable Gate Array)によって実現できる。これに代えて、制御プログラムを格納したROMと、上記制御プログラムを実行するマイクロプロセッサとで実現することも可能である。自動クロック制御部9は、必ずしもクロック再生部1と同一ボード上に搭載する必要はなく、別ボード上にあって通信手段を介して制御情報を交信する構成とすることもできる。

【0020】

図2は、本発明による自動クロック設定機能を備えたトランスポンダを適用し

た光ネットワークシステムの構成図を示す。

波長多重光ネットワーク 1 0 0 は、光ファイバ 1 1 0 で接続された複数の波長多重ノード 2 0 (2 0 - 1 ~ 2 0 - 6) からなり、各ノード 2 0 には、例えば、ノード 2 0 - 1、2 0 - 4 に示すように、クライアント装置 1 1 (1 1 - 1、1 1 - 4) がトランスポンダ 1 0 (1 0 - 1、1 0 - 4) を介して接続されている。クライアント 1 1 - 1 で発生した光信号は、トランスポンダ 1 0 - 1 によって自動的にタイミング再生し、信号品質を高めた状態で特定波長の光信号に変換した後、ノード 2 0 - 1 の波長多重部 1 2 - 1 に入力される。上記特定波長の光信号は、波長多重部 1 2 - 1 において、他トランスポンダ (図示せず) から出力された別波長の光信号と波長多重された後、光ファイバ伝送路 1 1 0 に送出され、光ネットワーク 1 0 0 上を伝播する。トランスポンダ 1 1 - 1 から出力された光信号は、宛先となるノード、例えば、ノード 2 0 - 4 の波長分離部 1 3 - 4 で分離され、トランスポンダ 1 0 - 4 に入力される。上記光信号は、トランスポンダ 1 0 - 4 において自動的にタイミング再生し、クライアント用の波長をもつ光信号に変換した後、クライアント装置 1 1 - 4 に入力される。

【 0 0 2 1 】

ここでは、クライアント装置から光ネットワークに向かう送信デジタル信号と、光ネットワークからクライアント装置に向かう受信デジタル信号の両方に対してタイミング再生が実施されているが、信号の劣化が低い場合は、上記何れか一方のタイミング再生を省略してもよい。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、図 1 に示したクロック再生部 1 の第 1 の実施例を示す。

ここでは、クライアント装置から波長多重部に向かうデジタル信号用の PLL 回路 4 A の構成と動作について説明し、同様の構成をもつ波長多重ノード装置からクライアント装置に向かうデジタル信号用の PLL 回路 4 B については説明を省略する。

【 0 0 2 3 】

O/E 変換部 2 A で閾値以上の高レベルの光入力信号が検出されると、送信信号の発生を示す検出信号 S 2 が自動クロック制御部 9 に入力され、自動タイミン

グ再生制御が開始される。PLL回路4Aは、電圧制御発振器VCO (Voltage Control Oscillator) 41と、VCOが発生するクロック信号を指定の比率で分周する分周比可変の第1分周器42と、O/E変換部2Aから出力される電気的なデジタル信号と上記第1分周器42から出力されるクロック信号との間で周波数と位相を比較する第1位相/周波数比較器43とを有し、第1位相/周波数比較器43から出力される差分信号を制御電圧に変換して上記VCO41の発振周波数が制御されている。第1分周器42の分周比は、自動クロック制御部9から周期的に出力される制御信号S91によって更新され、第1分周器42の出力クロック周波数が後述する参照クロックの周波数と一致した時点で、第1分周器42の分周比が固定される。

【0024】

第1発振器7-1は、例えば、SONET用の2.48832GHzの周波数、第2発振器17-2は、例えば、Gigabit Ethernet用の1.25GHzの周波数でそれぞれ基準クロックを発生する。本実施例では、上記第1、第2発振器の出力クロックを選択器44に入力し、何れか一方の基準クロックを自動クロック制御部9からの選択信号S92に従って選択して第2分周器45に入力する。例えば、初期状態では第1発振器7-1から発生した2.48832GHzの基準クロックを選択し、これを第2の分周器45で分周することによって、参照クロック信号を生成する。第2分周器45の分周比は、自動クロック制御部9から与えられる制御信号S93によって指定される。

【0025】

上記参照クロック信号は、第2の位相/周波数差検出部46に入力され、第1の分周器42の出力クロック信号と比較される。第2位相/周波数差検出部46は、第1の分周器42の出力クロック信号と参照クロック信号との差異が許容範囲内になった時、一致信号S46によって自動クロック制御部9にクロック固定(ロック)を要求する。上記両クロックの差分が許容範囲を超えていれば、信号S46は非ロック通知の状態となっている。

【0026】

自動クロック制御部9は、O/E変換部2Aからの状態検出信号S2によって

、光入力が正規のレベルになったこと検知すると、制御信号 S 9 1、S 9 3 によって第 1 分周器 4 2 と第 2 分周器 4 5 に初期分周比を設定し、制御信号 S 9 2 によって選択部 4 4 2 に第 1 発振器 7 - 1 の出力クロック選択を指示する。PLL 回路 4 A が初期分周比で動作してから所定期間内に、信号 S 5 6 がクロック固定要求（ロック要求）状態にならない場合、自動クロック制御部 9 は、制御信号 S 9 1、S 9 3 によって、第 1、第 2 分周器 4 2、4 5 に予め決められた次の値の分周比を設定する。信号 S 4 6 が非ロック通知状態にある限り、所定期間毎に第 1、第 2 分周器の分周比設定値が次々と変更される。

【 0 0 2 7 】

信号 S 5 6 がロック要求状態（一致検出状態）になった時、自動クロック制御部 9 は、第 1、第 2 分周器 4 2、4 4 の分周比設定値の変更動作を停止する。すなわち、第 1、第 2 分周器の分周比が同一と仮定すると、VCO 4 1 の発振周波数が第 1 発振器 7 - 1（または第 2 発振器 7 - 2）の発振周波数と一致した時点、あるいは周波数差が許容誤差範囲内となった時、自動クロック制御部 9 による分周比変更制御が停止し、所定周波数で入力デジタル信号に位相同期したクロックがタイミング再生 6 A に供給されて、信号強度、波形およびタイミングを再生した高品質のデジタル信号が E/O 変換部 3 A に入力されることになる。

【 0 0 2 8 】

尚、自動クロック制御部 9 は、PLL 回路 4 A が一旦ロック状態になった後は、O/E 変換部 2 A からの信号 S 2 が光入力の低下あるいは遮断状態を示した場合でも、数秒程度の短時間の間は、第 1 分周器 4 2 の設定分周比を維持し、VCO 4 1 を含む帰還ループを自走的に動作させる。これによって、正規の光信号が再入力された時点での PLL 再引き込み制御シーケンスの繰り返しを回避する。光入力が低下または遮断状態が所定時間を超えた場合は、自動クロック制御部 9 は第 1、第 2 分周器の設定分周比を初期化し、その後に光信号が入力された時点で PLL 再引き込み制御シーケンスを最初からやり直す。

【 0 0 2 9 】

第 1、第 2 分周器の設定分周比を予め決められた範囲内で変更したにも関わらず、信号 S 4 6 がロック状態にならなかった場合、自動クロック制御部 9 は、制

御信号 S 9 2 によって選択部 4 4 2 に第 2 発振器 7 - 2 の出力クロック選択を指示し、制御信号 S 9 1、S 9 3 によって第 1、第 2 分周器 4 2、4 5 に初期分周比を設定し直して、所定周期で上述した分周比変更を繰り返す。これによって、クライアント端末からの送信信号が S O N E T 用のものであれば、第 1 発振器の出力クロック選択時にクロック同期に成功し、Gigabit Ethernet 用のものであれば、第 2 発振器の出力クロック選択時にクロック同期に成功できる。

【 0 0 3 0 】

上記実施例では、第 1、第 2 の発振器に対して、分周器 4 5 と位相／周波数差検出器 4 6 を共用したが、各発振器にそれぞれ専用の分周器 4 5 と位相／周波数差検出器 4 6 を設け、P L L の出力周波数を 2 種類の参照クロックと並列的に比較するようにしてもよい。このようにすれば、自動クロック制御部 9 による発振器の切り換えと、制御シーケンスの繰り返しが不要となり、クロック制御を迅速化できる。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、クロック再生部 1 の第 2 の実施例を示す。ここでは、図 3 と同様、クライアント装置から波長多重部に向かうデジタル信号用の P L L 回路 4 A の構成と動作について説明するが、波長多重ノード装置からクライアント装置に向かうデジタル信号用の P L L 回路 4 B も同様の構成となっている。

V C O 4 1、第 1 分周器 4 2、位相／周波数比較器 4 3 からなる帰還ループは、第 1 実施例と同様に動作している。本実施例では、第 1 実施例の第 1、第 2 の発振器 7 - 1、7 - 2 に代えて、第 3 の発振器 8 を使用する。また、第 1 分周器 4 2 からの出力クロックを第 3 分周器 5 1 に入力し、所定の分周比で更に分周する。第 3 分周器 5 1 の出力クロックは、立ち上がりエッジ検出回路 5 2 に入力され、第 3 分周器の出力クロックの立ち上がりで、クロックカウンタ 5 3 をリセットする。上記クロックカウンタ 5 3 は、端子 C K からの入力クロックをカウントし、リセットの都度、直前のカウント値をレジスタ 5 4 に出力する。クロックカウンタ 5 3 の端子 C K には、クロック発振器 8 で発生した参照クロックカウント用の基本クロックが入力されている。従って、レジスタ 5 4 には、第 3 分周器 5 1 から出力されるクロック周期によって異なった値の基本クロックカウント値が

設定され、上記レジスタ 5 4 の設定値は周波数比較部 5 5 に入力されている。

【 0 0 3 2 】

周波数比較部 5 5 は、自動ロック制御部 9 から制御信号 S 9 3 によって、予め複数の比較対象値が設定されている。これらの比較対象値は、図 4 では、記号 B 1、B 2、 \cdots B n で表してある。これらの比較対象値 B 1、B 2、 \cdots B n は、波長多重光ネットワーク 1 0 0 上で適用可能な信号伝送形態のクロック周波数に対応して複数種類の数値が用意される。周波数比較部 5 5 は、複数の比較機能 5 5 - 1 \sim 5 5 - n を有し、レジスタ 5 4 の設定値を A として、 $A = B 1$ 、 $A = B 2$ 、 \cdots $A = B n$ の何れかが成立した時、一致周波数を示す識別信号を検出保護回路 5 6 に出力する。検出保護回路 5 6 は、周波数比較部 5 5 から出力された周波数を示す識別信号の信頼性を確認した時点で、正規の周波数識別信号 S 5 6 を自動ロック制御部 9 に通知する。

【 0 0 3 3 】

検出保護回路 5 6 から周波数識別信号 S 5 6 が出力されなければ、自動クロック制御部 9 は、第 1 分周器 4 3 の設定分周比を所定の周期で変更する。カウンタ 5 3 による基準クロックのカウント期間は、上記第 1 分周器 4 3 の分周比の変更に伴って変化するため、レジスタ 5 4 には分周器 4 3 に出力クロック周期に比例したカウント値が設定され、カウント値がクライアント・デジタル信号のクロック周波数に適合した値となった時、周波数識別信号 S 5 6 が発生して、PLL 回路 4 A の出力クロックが固定される。

【 0 0 3 4 】

発振器 8 から発生する周波数算定用の基本クロックの周波数は、例えば、FPGA で回路を組む場合、1 5 0 M H z (m a x) 程度とすればよい。第 3 分周器 5 1 から立ち上がりエッジ検出回路 5 2 への入力クロックは、1 5 0 M H z で非同期方式の同期化ができるように、1 5 0 M H z の $1 / 1 6$ 程度の周波数とする。例えば、 $1 / 2 8 8$ とすると、STM 1 6 では 8 . 6 4 M H z、Gigabit Ethernet では 4 . 3 4 M H z、STM 4 では 2 . 1 6 M H z となる。

【 0 0 3 5 】

立ち上がりエッジ検出回路 5 2 は、発振器 8 の基本クロックで同期化した後、

分周器 5 1 の出力パルスの立ち上がりエッジ検出を開始させる。例えば、同期化の際の不確定 $\text{bit} = \pm 1 \text{ bit}$ 、素子遅延等による不確定 $\text{bit} = \pm 1 \text{ bit}$ 、余裕 $\text{bit} = \pm 1 \text{ bit}$ と仮定すると、レジスタ 5 4 に設定されるカウント値は、STM16 で 13 ～ 19、Gigabit Ethernet で 32 ～ 39、STM4 で 68 ～ 75 となる。従って、周波数比較部 5 5 に、比較対象値 $B1 = 16 \pm 3$ 、 $B2 = 35 \pm 4$ 、 $B3 = 72 \pm 4$ を設定し、これとレジスタ 5 4 のカウント値が比較することによって、 $A = B1$ であれば STM16、 $A = B2$ であれば Gigabit Ethernet、 $A = B3$ であれば STM4 と判定できる。

【 0 0 3 6 】

尚、検出保護回路 5 6 において、周波数比較部 5 5 による周波数識別結果の保護条件として、例えば、「3 連続一致検出時に識別周波数を確定する」、「5 連不一致検出時には、一致検出回数を解除した後、再引き込み開始」等を加えることによって、識別周波数信号 S 5 6 の確実度を増すことが可能となる。

上記第 2 実施例の構成によれば、基本クロックを発生する 1 個の発振器 8 を用いて信号伝送形態に対応した複数種類の参照クロックを生成でき、且つ、PLL の出力クロック周波数と複数種類の参照クロック周波数とを瞬時に比較することができるため、タイミング再生に必要な同期クロックを迅速に供給できる。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、クライアント装置が採用している信号伝送形態に適合した周波数を自動的に識別して、タイミング再生用の同期クロックを生成できるため、人手による周波数設定が不要となり、クライアント装置の接続変更に対応した光ネットワークシステムを構築できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による自動クロック設定機能を備えたトランスポンダのブロック構成図。

【図 2】

本発明によるトランスポンダを適用した光ネットワークシステムの構成図。

【図 3】

図 1 におけるクロック再生部 1 の第 1 の実施例を示す図。

【図 4】

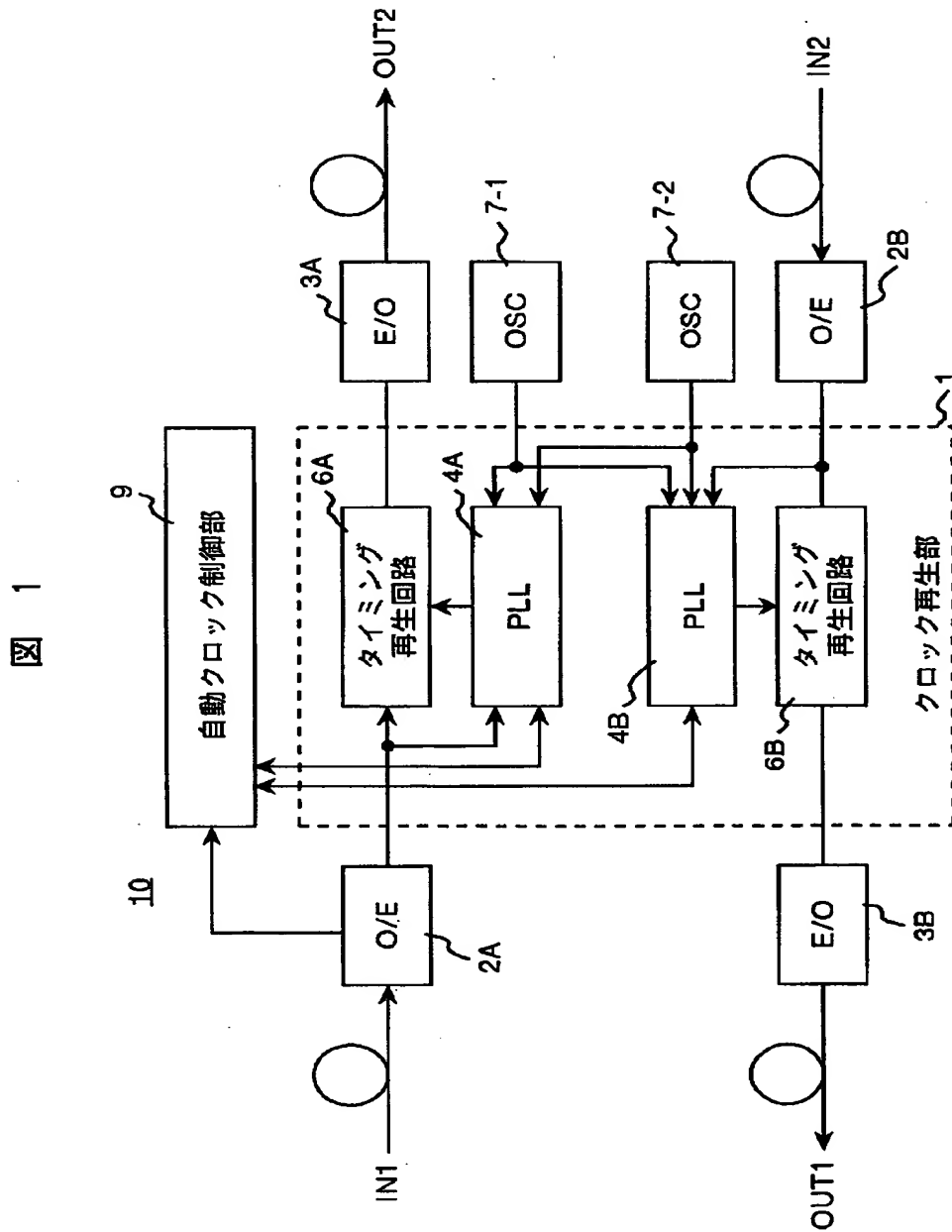
クロック再生部 1 の第 2 の実施例を示す図。

【符号の説明】

1 0 : トランスポンダ、1 1 : クライアント装置、1 2 : 波長多重部、1 3 : 波長分離部、2 0 : ノード、1 0 0 : 光ネットワーク、1 1 0 : 光伝送路、1 : クロック再生部、2 A、2 B : O / E 変換部、3 A、3 B : E / O 変換部、4 A、4 B : PLL、6 A、6 B : タイミング再生回路、7 A、7 B、8 : 発振器、9 : 自動クロック制御部、4 3、4 6 : 位相 / 周波数比較器、4 1 : VCO (Voltage Control Oscillator)、4 2、4 5、5 1 : 分周器、4 4 : 選択部、5 2 : 立ちあがりエッジ検出回路、5 3 : カウンタ、5 4 : レジスタ、5 5 : 周波数比較部、5 6 : 検出保護回路。

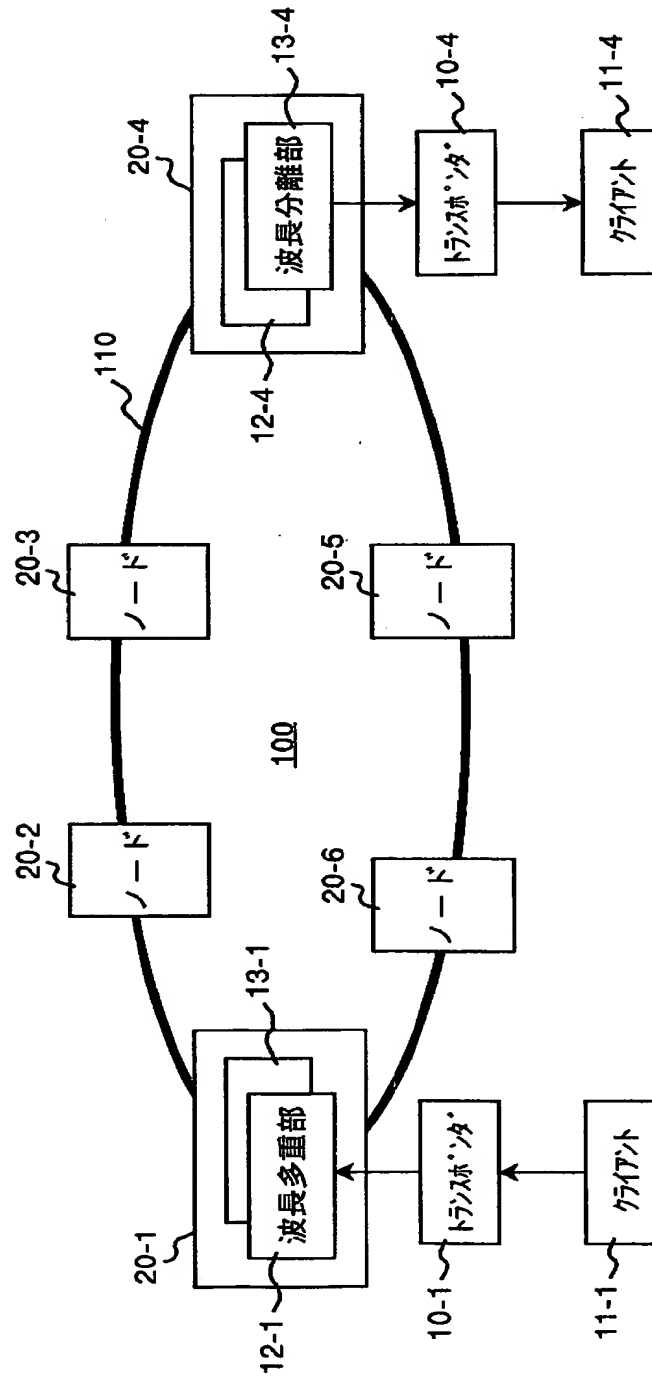
【書類名】 図面

【図 1】

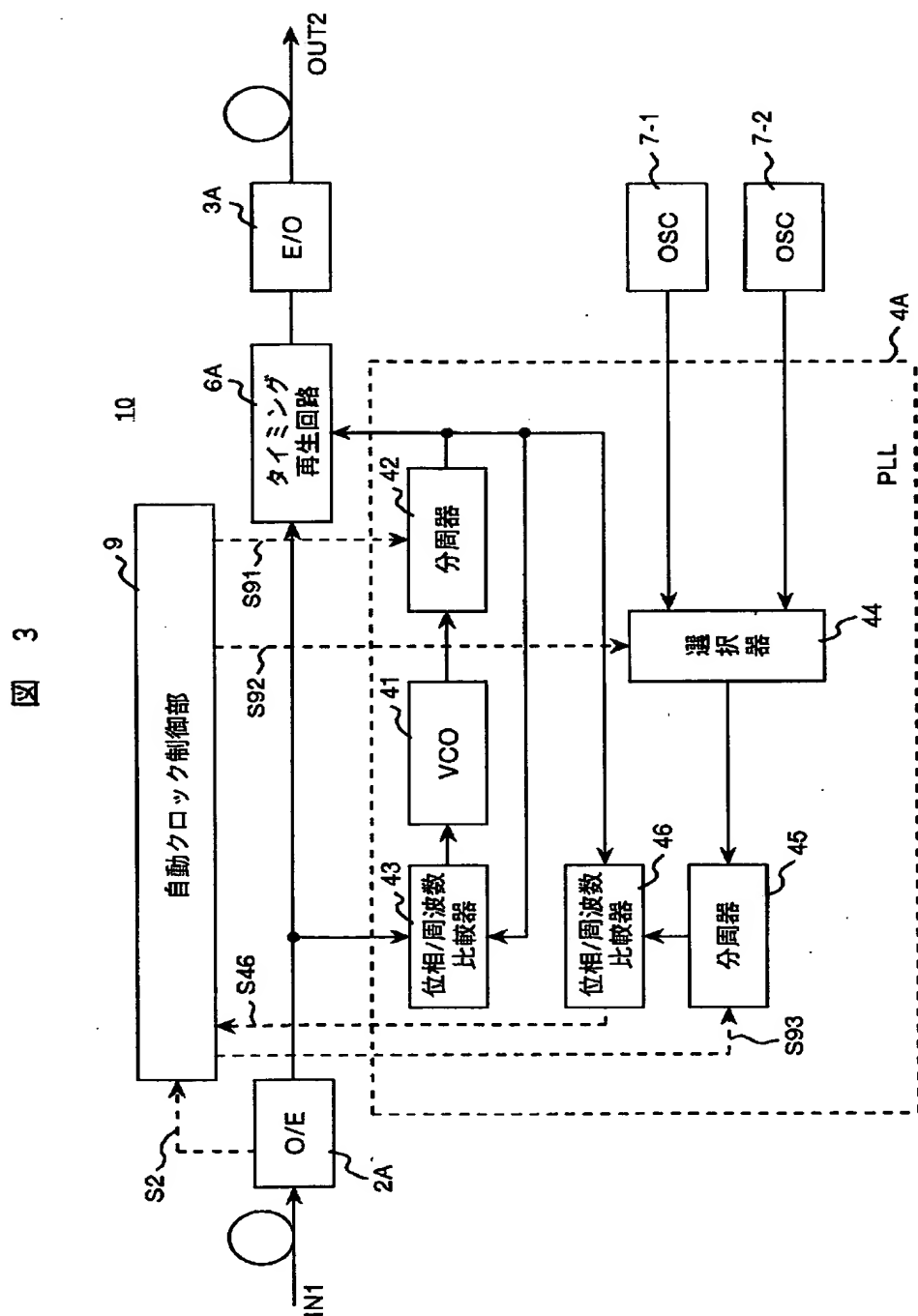


【図 2】

図 2

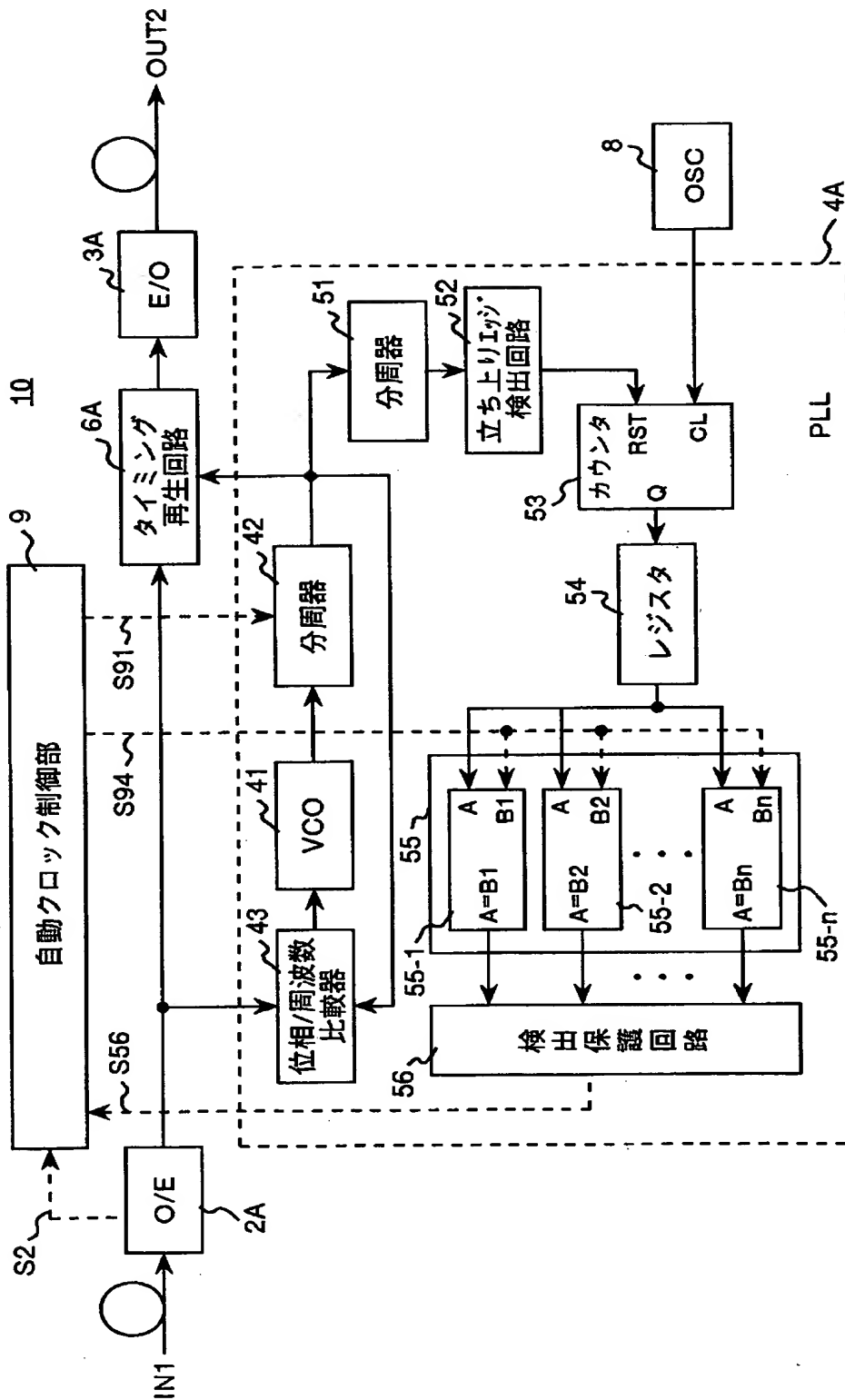


【図 3】



【図 4】

図 4



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 送受信デジタル信号に適合した特定周波数のクロックを自動的に生成して、送受信デジタルのタイミング再生を可能とした波長変換器および波長多重光通信装置を提供する。

【解決手段】 入力光信号を電氣的なデジタル信号に変換する光電気変換器（2 A、2 B）と、デジタル信号の伝送形態を自動的に識別して、信号伝送形態に適合した所定周波数の位相同期クロックを発生するクロック発生回路（4 A、4 B）と、クロック発生回路から出力された位相同期クロックに基づいて、上記デジタル信号のクロックタイミングを再生するタイミング再生回路（6 A、6 B）と、上記タイミング再生回路から出力されたデジタル信号を所定波長の光信号に変換する電気光変換器（3 A、3 B）とを備えた波長変換器。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名 株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000233479]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町180番地

氏 名 日立通信システム株式会社